

2001P70340

B3

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 991 164 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
05.04.2000 Patentblatt 2000/14

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H02K 3/28, H02K 21/02

(21) Anmeldenummer: 99119234.5

(22) Anmeldetag: 28.09.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 02.10.1998 DE 19845520

(71) Anmelder:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
80333 München (DE)

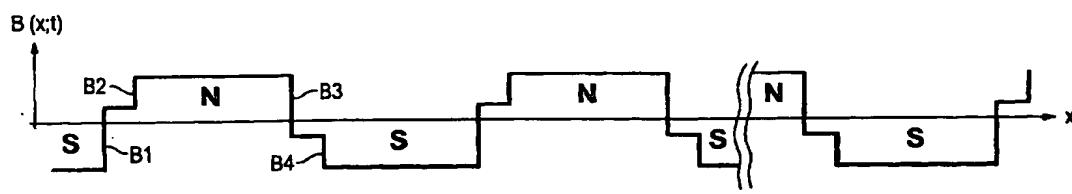
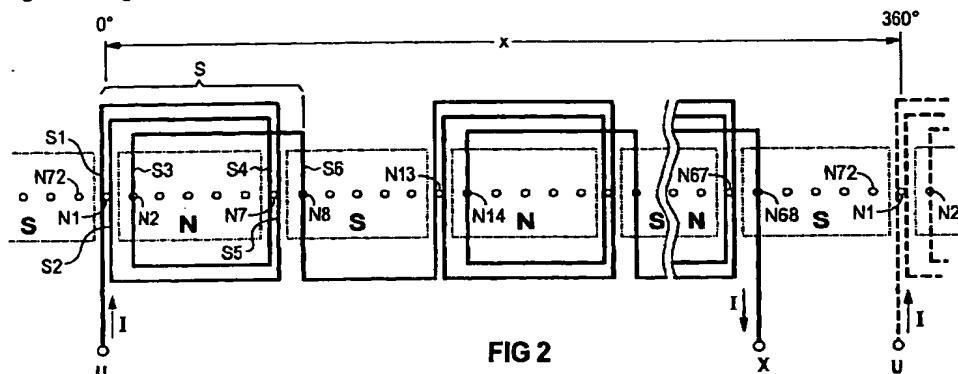
(72) Erfinder:  

- Altenbernd, Gerald, Dr.-Ing.  
30455 Hannover (DE)
- Währner, Ludwig, Dipl.-Ing.  
97234 Reichenberg (DE)

(54) **Bürstenlose Elektromaschine, insbesondere an ein Kraftfahrzeug-Bordnetz anschliessbarer Starter-Generator**

(57) Zur Erzielung eines guten Leistungsfaktors und hohen Anfahrdrehmomentes bei Verwendung einer msträngigen Induktions- oder Synchronmaschine und bei Versorgung aus einem Kleinspannungsnetz ist für zumindest einen Strang (m) eine Spule (S) mit zumindest drei Spulenseiten (S1;S2;S3 bzw. S4;S5;S6) und einer kleinen, ungeradzahlige Windungszahl (W) pro Pol

bzw. Polpaar (p), insbesondere W = 1.5, 2.5, 3.5, sowie ein Blechpaketsschnitt mit zumindest einer ersten, den größeren Teil (S1;S2 bzw. S3;S4) der Spulenseiten aufnehmenden Nut (N1) und einer zweiten, den restlichen Teil (S3 bzw. S5) der Spulenseiten aufnehmenden Nut (N2) vorgesehen.



EP 0 991 164 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine bürstenlose Elektromaschine, insbesondere auf einen an ein Kraftfahrzeug-Bordnetz anschließbaren Starter-Generator, gemäß Patentanspruch 1; weitere vorteilhafte Anwendungsbereiche sind motorische Antriebe für "brake by wire" bzw. "steering by wire" in Kraftfahrzeugen.

[0002] Beim Einsatz von bürstenlosen elektrischen Maschinen, insbesondere Induktionsmaschinen und Synchronmaschinen, ergeben sich vor allem bei Anschluß an Kleinspannungen, vorzugsweise an Kraftfahrzeug-Kleinspannungen von 12 Volt bzw. 42 Volt, zur Erzielung eines guten Leistungsfaktors bei hohem Anfahrdrehmoment für die statorseitige Wicklung Windungszahlen von  $W = 1, 2, 3$ .

[0003] Gemäß vorliegender Erfindung kann auf insbesondere fertigungstechnisch einfache Weise eine darüber hinaus noch bessere und für den Einzelfall individuellere Auslegung der Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie dadurch erreicht werden, daß zumindest einer der Stränge einer  $m$ -strängigen Statorwicklung eine unganzzahlige bzw. gebrochene kleine Windungszahl  $W$  pro Pol und/oder pro Polpaar, insbesondere  $W = 1,5; 2,5; 3,5$  aufweist und in fertigungstechnisch vorteilhafter Weise zur Erzielung dieser gebrochenen bzw. unganzzahligen Windungszahl jeweils pro Pol und/oder pro Polpaar zumindest eine Spule mit zumindest drei Spulenseiten vorgesehen ist, von denen in einer ersten Nut eines Statorblechpaketes der größere Teil der Spulenseiten und in einer zweiten Nut der restliche Teil der Spulenseiten aufgenommen ist.

[0004] Die Nuträume bzw. Nutfläche der jeweils ersten bzw. zweiten Nut sind im Sinne einer minimalen Streuung bzw. maximalen Nutfüllung entsprechend der Zahl der von ihr aufgenommenen Spulenseiten dimensioniert.

[0005] Die ersten und zweiten Nuten sind zweckmäßigigerweise abwechselnd über den Umfang des Statorblechpaketes verteilt; eine derartige Verteilung der Nuten bringt zusätzlich, insbesondere bei einer bevorzugt vorgesehenen Wellenwicklung (Mäanderwicklung), den Vorteil einer einfacheren bzw. kompakteren Wickelkopfbildung.

[0006] Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden im folgenden anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels in der Zeichnung näher erläutert; darin zeigen:

FIG 1 die axiale Draufsicht auf ein Statorblech mit  $m = 3$  Strängen mit insgesamt 72 Nuten und  $q = 2$  Nuten pro Pol und Strang sowie einer Polpaarzahl  $p = 6$  in einer beispielswise Bewicklung für nur einen Strang U-X;

FIG 2 die Abwicklung des Bohrungsumfangs des Statorbleches gemäß FIG 1 mit zugehörigem Wicklungsschema;

FIG 3 die Induktionsverteilung  $B(x;t)$  über den

abgewickelten Bohrungsumfang des Statorbleches gemäß FIG 1 bzw. FIG 2.

[0007] FIG 1 zeigt die axiale Draufsicht auf ein Statorblech des Statorblechpaketes SP eines Starter-Generators, der z.B. zwischen einer Verbrennungsmaschine und einem nachgeschalteten Getriebe konzentrisch zur Kurbelwelle und gegebenenfalls in zusätzlicher Funktion einer Schwunghubplatte einsetzbar ist.

[0008] Das Ausführungsbeispiel zeigt den Prinzip-Aufbau für eine  $m = 3$ -strängige Wicklung einer symmetrischen Drehstrommaschine mit  $q = 2$  Nuten pro Pol und Strang sowie  $p = 6$  Polpaaren und  $z = 36$  magnetisch wirksamen Leitern pro Strang sowie  $2 \cdot p \cdot m \cdot q = 72$  Nuten N1-N72; im Wicklungsschema gemäß FIG 2 ist nur ein von einem Strom I durchflossener Strang U-X einer mit einem Wicklungsschritt von 6 Nuten für die jeweils in Reihe geschalteten, vorzugsweise mit einem Nadelwickler zusammenhängend, d.h. ohne Löt- bzw. Schweißverbindungen, in einem Arbeitsgang durchwickelbaren Spulen 5 dargestellt; jede Spule 5 weist dabei insgesamt drei linke Spulenseiten S1;S2;S3 und drei rechte Spulenseiten S4;S5;S6 auf. Die zugehörige Polverteilung ist mit strichpunktierter Kontur angedeutet.

[0009] Erfindungsgemäß ist zumindest eine Wicklung mit der gebrochenen bzw. ganzzahligen Windungszahl  $W = 1,5$  dadurch verwirklicht, daß pro Polpaar in jeweils einer ersten Nut N1 bzw. N7 usw. zwei Spulenseiten S1;S2 bzw. S4;S5 und in einer zweiten Nut N7;N19 usw. die verbleibende Spulenseite S3 bzw. S6 eingewickelt sind; damit ergeben sich pro Polpaar und Strang mit der angenommenen und verteilten Spule S drei Windungen  $W = 3$  und somit eine magnetisch wirksame Windungszahl pro Pol von  $W = 1,5$ . Die zugehörige Nutdurchflutung ist dadurch gekennzeichnet, daß diese bei Betrachtung eines Stranges für sämtliche, mit Stromleitern belegten Nuten betragsmäßig nicht konstant ist und sich - bei mehreren Spulen - periodisch über den Bohrungsumfang wiederholt.

[0010] Der sich aufgrund der Wicklungs-Belegung in FIG 2 ergebende zugehörige Induktionsverlauf  $B(x;t)$  über den Bohrungsumfang  $x$  ( $0^\circ$ - $360^\circ$  geometrisch) ist in FIG 3 dargestellt; kennzeichnend ist hierbei ein gestufter Verlauf mit periodisch unterschiedlichen Stufenhöhen B1 zu B2 bzw. B3 zu B4 in der jeweils steigenden bzw. fallenden Flanke.

[0011] Anstelle der in FIG 2 gezeigten Reihenschaltung der Wicklungen eines Stranges U-X kann auch eine Parallelschaltung der Spulen bzw. Spulengruppen und/oder eine gemischte Schaltung von Reihenschaltung und Parallelschaltung unter Beachtung der Phasenlage vorgesehen werden.

[0012] FIG 1 zeigt den Blechschnitt eines Statorbleches mit insgesamt  $N1-N72 = 2 \cdot p \cdot m \cdot q = 72$  Ständernuten mit entsprechend dem Wicklungsschema nach FIG 2 mit Spulenseiten belegten Nuten. Im Sinne einer optimalen Nutfüllung und damit minimalen Streu-

ung sind alternativ unterschiedlich große, der Zahl der jeweils aufgenommenen Spulenseiten angepaßte, Nuten über den Bohrungsumfang  $x = 0^\circ$ - $360^\circ$  geometrisch verteilt. Anstelle des im Ausführungsbeispiel nach FIG 2 vorgesehenen alternativen Wechsels zwischen einer großen, zwei Spulenseiten einer Spule aufnehmenden und einer anschließenden kleinen, nur die eine verbleibende Spulenseite der Spule aufnehmenden Nut kann auch ein anderer Wechsel der Nutverteilung, z.B. große Nut - kleine Nut - kleine Nut - große Nut usw., vorgesehen sein.

#### Patentansprüche

1. Bürstenlose Elektromaschine, insbesondere an ein Kraftfahrzeug-Bordnetz anschließbarer Starter-Generator,

- mit einer m-strängigen Statorwicklung;
- mit zumindest einer Stator-Spule (S) mit jeweils zumindest drei Spulenseiten (S1;S2;S3 bzw. S4;S5;S6) pro Pol und/oder Polpaar;
- mit einer kleinen unganzahligen Windungszahl (W), insbesondere  $W = 1,5; 2,5; 3,5$ , pro Pol und/oder Polpaar;
- mit einem in Nuten (N1-N72) die m-strängige Statorwicklung aufnehmenden Statorblechpaket (SP);
- mit jeweils zumindest einer ersten, den größeren Teil der Spulenseiten (S1;S2 bzw. S4;S5) aufnehmenden Nut (N1) und einer zweiten, den restlichen Teil der Spulenseiten (S3;S6) aufnehmenden Nut (N2).

2. Bürstenlose Elektromaschine nach Anspruch 1

- mit zumindest drei Spulenseiten (S1;S2;S3 bzw. S4;S5;S6) pro Pol und/oder pro Polpaar für die eine Spule (S);
- mit einer ersten, zwei Spulenseiten (S1;S2 bzw. S4;S5) aufnehmenden Nut (N1) und einer zweiten, die restliche Spulenseite (S3 bzw. S6) aufnehmenden Nut (N2).

3. Bürstenlose Elektromaschine nach Anspruch 1 und/oder 2

- mit im Sinne einer minimalen Streuung bzw. maximalen Nutfüllung jeweils der Zahl der eingewickelten Spulenseiten angepaßten Nuttlächen der ersten Nut (N1) bzw. zweiten Nut (N2)

4. Bürstenlose Elektromaschine nach zumindest einem der Ansprüche 1-3

- mit einer wechselweisen Anordnung der ersten Nuten (N1) und zweiten Nuten (N2) über den Umfang des Statorblechpaketes (SP).

5. Bürstenlose Elektromaschine nach zumindest einem der Ansprüche 1-4

- mit einer, insbesondere dreiphasige, Asynchronmaschine bzw. Synchronmaschine.

6. Bürstenlose Elektromaschine nach zumindest einem der Ansprüche 1-5

- mit Anschluß an ein Kleinspannungsnetz, insbesondere ein Kraftfahrzeug-Bordnetz.

7. Bürstenlose Elektromaschine nach zumindest einem der Ansprüche 1-6

- mit Verwendung für einen Starter-Generator, insbesondere im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges.

8. Bürstenlose Elektromaschine nach zumindest einem der Ansprüche 1-7

- mit einer Verwendung für einen elektrischen Lenkantrieb ("steering by wire") und/oder einen elektrischen Bremsantrieb ("brake by wire") in einem Kraftfahrzeug.

15

20

25

30

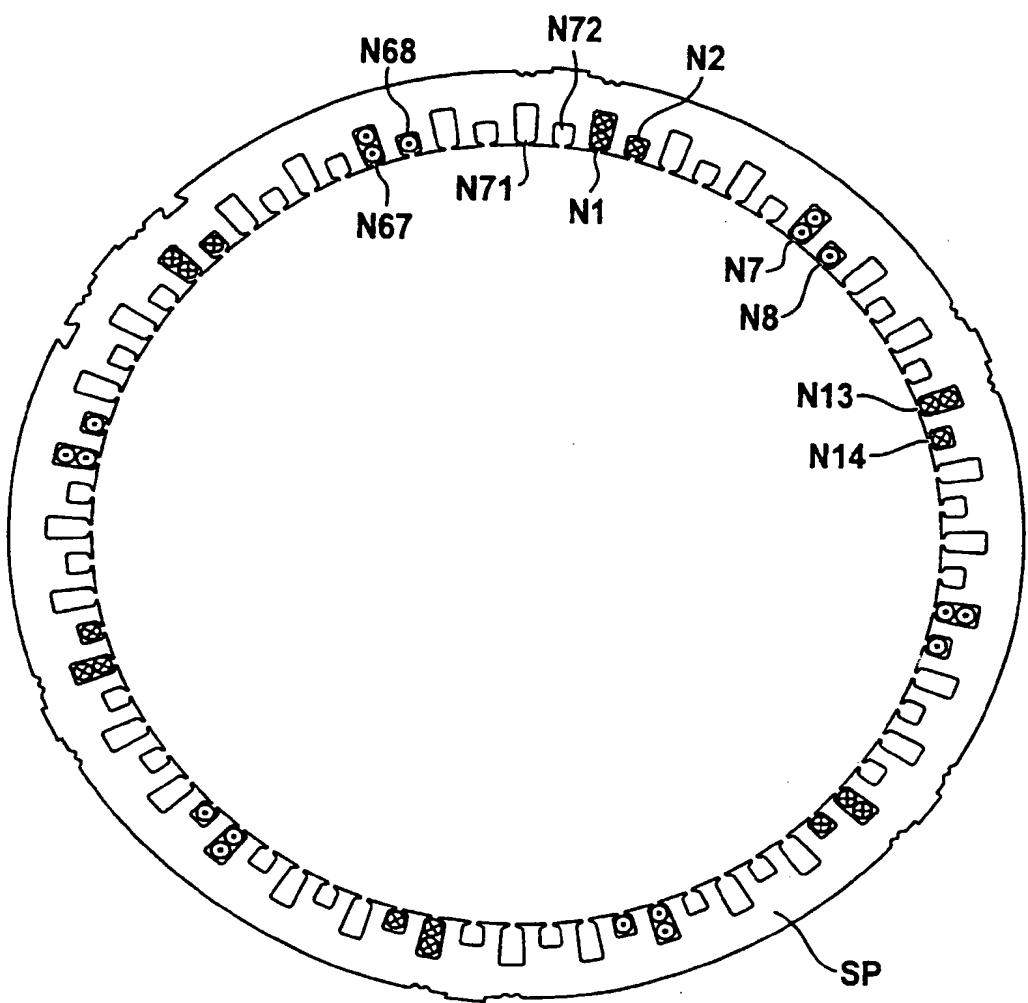
35

40

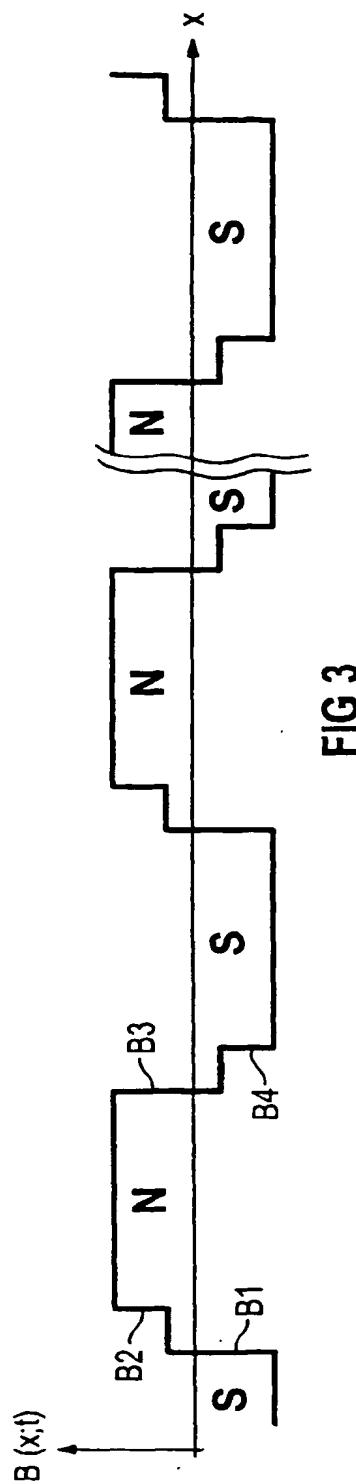
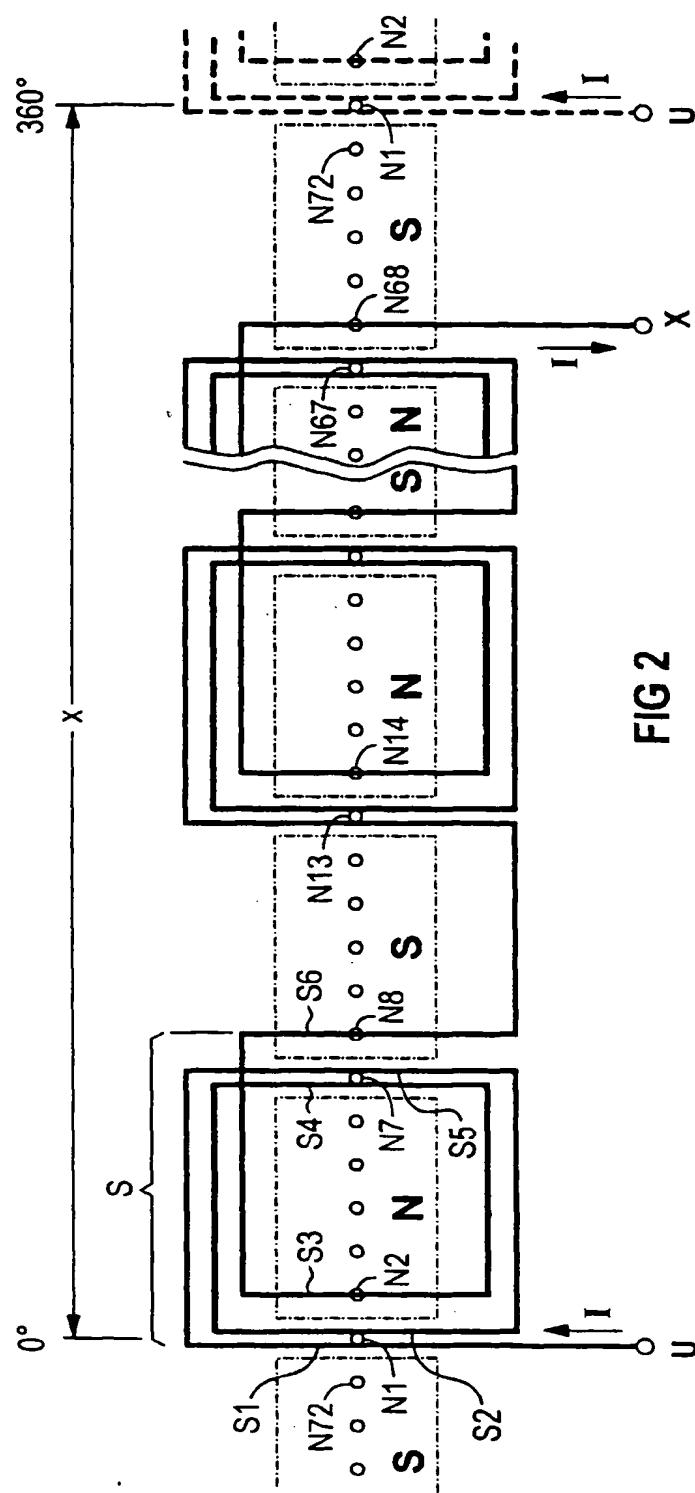
45

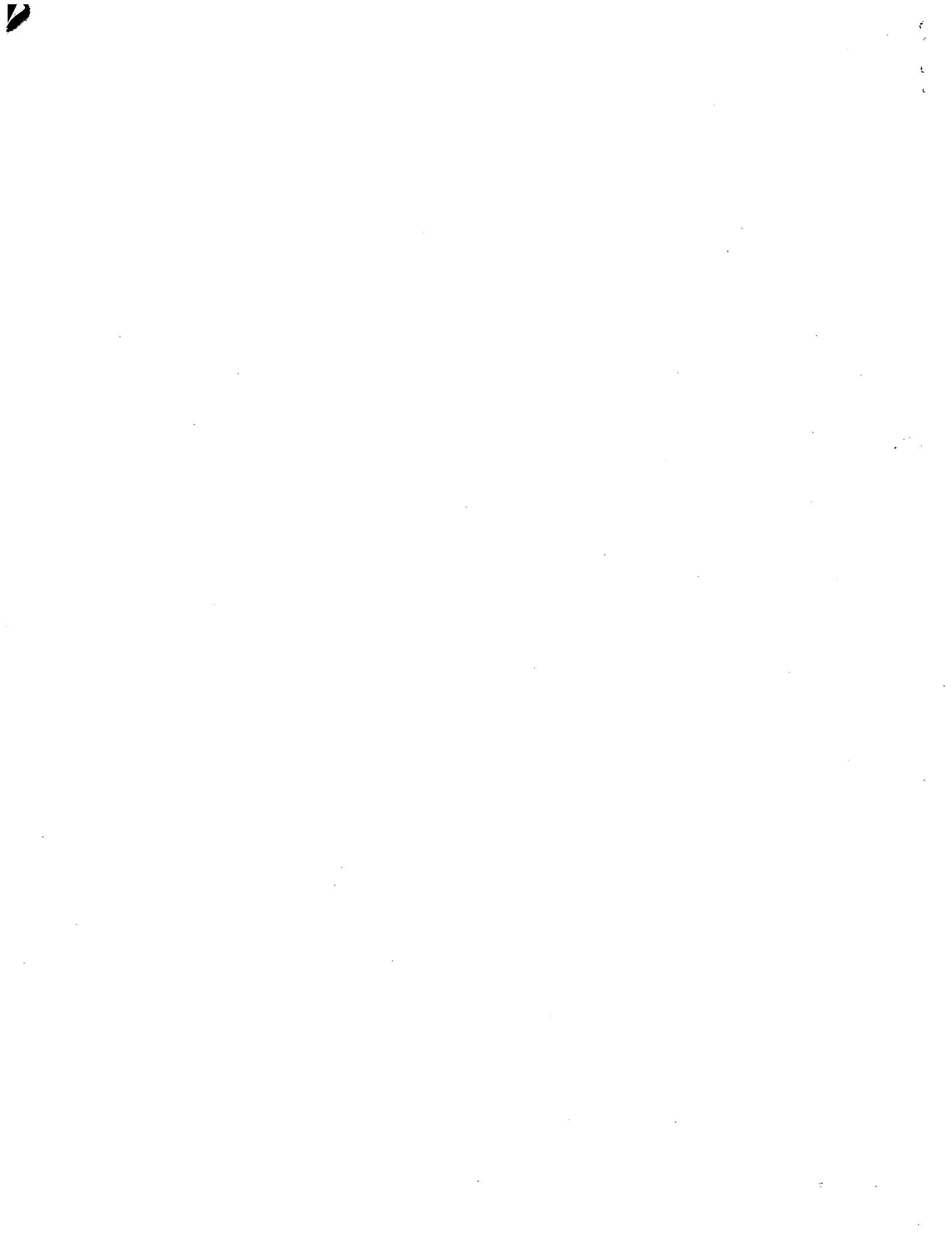
50

55



**FIG 1**





(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 991 164 A3

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
09.05.2001 Patentblatt 2001/19

(51) Int. Cl. 7: H02K 3/28, H02K 21/02,  
H02K 3/12

(43) Veröffentlichungstag A2:  
05.04.2000 Patentblatt 2000/14

(21) Anmeldenummer: 99119234.5

(22) Anmeldetag: 28.09.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 02.10.1998 DE 19845520

(71) Anmelder:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
80333 München (DE)

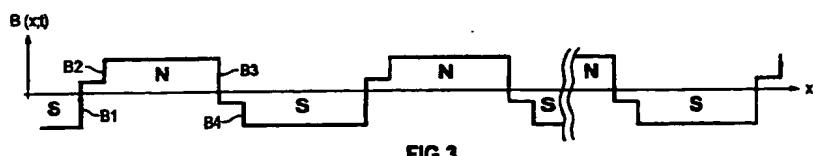
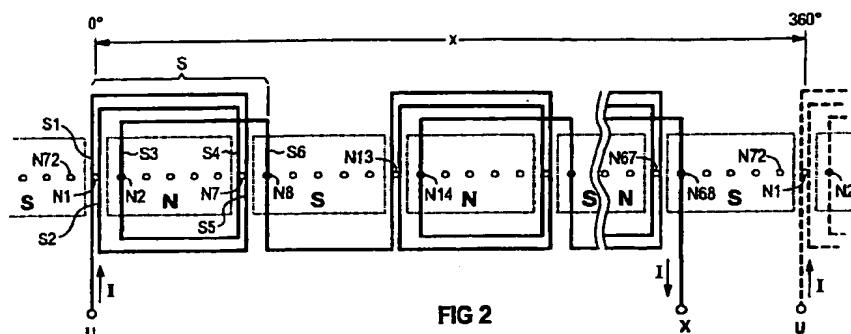
(72) Erfinder:  

- Altenbernd, Gerald, Dr.-Ing.  
30455 Hannover (DE)
- Wähner, Ludwig, Dipl.-Ing.  
97234 Reichenberg (DE)

### (54) Bürstenlose Elektromaschine, insbesondere an ein Kraftfahrzeug-Bordnetz anschliessbarer Starter-Generator

(57) Zur Erzielung eines guten Leistungsfaktors und hohen Anfahrdrehmomentes bei Verwendung einer märrängigen Induktions- oder Synchronmaschine und bei Versorgung aus einem Kleinspannungsnetz ist für zumindest einen Strang (m) eine Spule (S) mit zumindest drei Spulenseiten (S1;S2;S3 bzw. S4;S5,S6) und eine kleine, unganzzahlige Windungszahl (W) pro Pol

bzw. Polpaar (p), insbesondere  $W = 1.5, 2.5, 3.5$ , sowie ein Blechpakettschnitt mit zumindest einer ersten, den größeren Teil (S1;S2 bzw. S3;S4) der Spulenseiten aufnehmenden Nut (N1) und einer zweiten, den restlichen Teil (S3 bzw. S5) der Spulenseiten aufnehmenden Nut (N2) vorgesehen.



EP 0 991 164 A3



Eur päisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 11 9234

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	AT 101 170 B (OESTERREICHISCHE SIEMENS-SCHUCKERT WERKE) * das ganze Dokument * ---	1	H02K3/28 H02K21/02 H02K3/12
A	US 3 432 707 A (R. W. PETERS ET AL.) 11. März 1969 (1969-03-11) * Spalte 2, Zeile 16 - Spalte 3, Zeile 50; Abbildungen 1-4 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 123 (E-117). 8. Juli 1982 (1982-07-08) -& JP 57 052336 A (TOSHIBA CORP), 27. März 1982 (1982-03-27) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 12, 25. Dezember 1997 (1997-12-25) -& JP 09 219948 A (MEIDENSHA CORP), 19. August 1997 (1997-08-19) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1	
A	DE 41 22 076 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 9. Januar 1992 (1992-01-09) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 9-25 * * Spalte 2, Zeile 2-32 * * Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 27; Abbildungen 1-3 *	1	H02K
A	SEQUENZ, HEINRICH: "Die Wicklungen elektrischer Maschinen" 1950 , SPRINGER-VERLAG , WIEN XP000926301 1 * Seite 4-8 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	22. März 2001	Beitner, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 9234

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-03-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 101170 B		KEINE	
US 3432707 A	11-03-1969	KEINE	
JP 57052336 A	27-03-1982	JP 1480923 C JP 63027939 B	10-02-1989 06-06-1988
JP 09219948 A	19-08-1997	KEINE	
DE 4122076 A	09-01-1992	WO 9201327 A	23-01-1992

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**